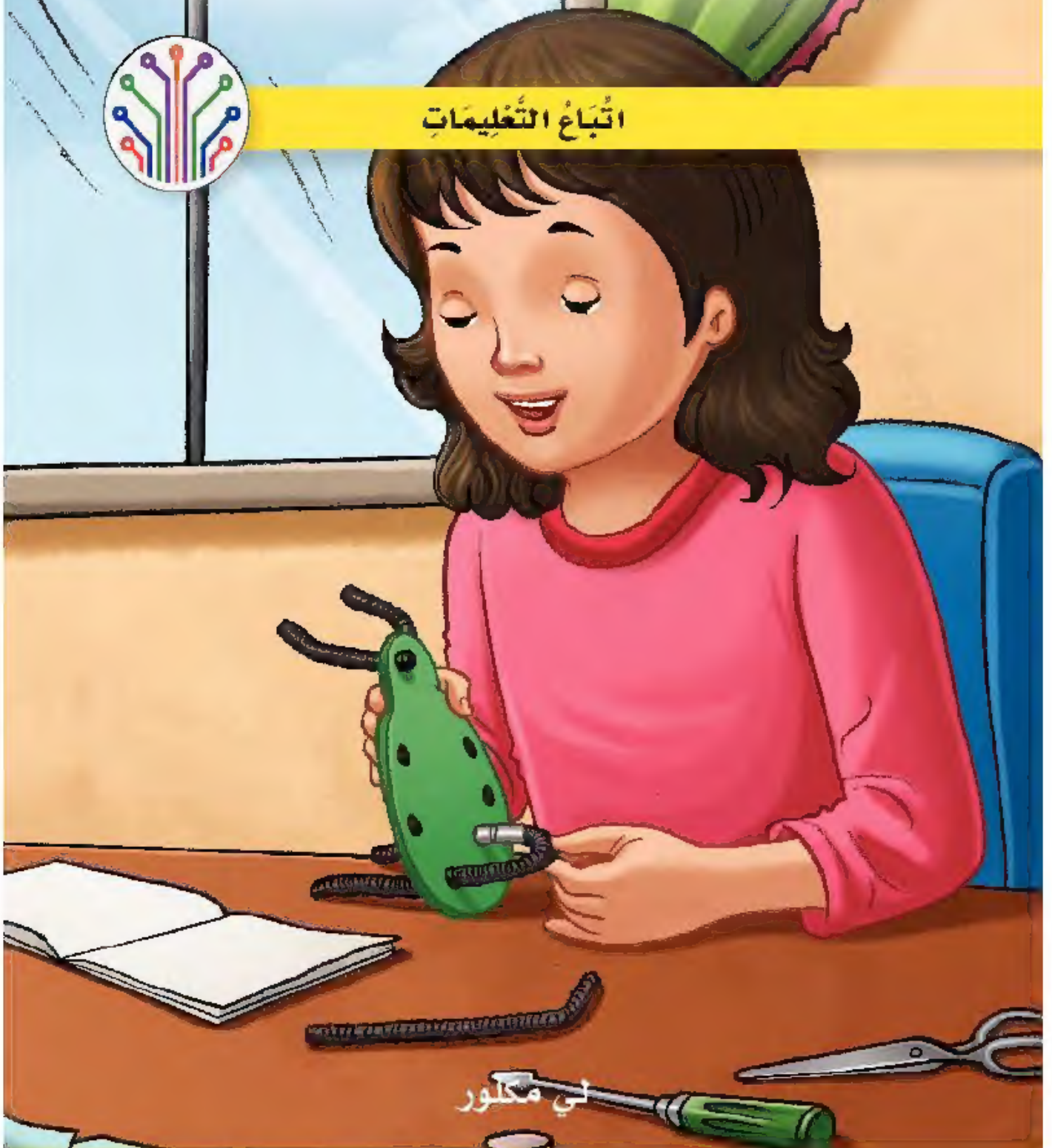


«رَانِيَا» تَصْنَعُ رُوبُونََا



اَتْبَاعُ التَّعْلِيمَاتِ



لِي مَكْلُور

ترجمة: جمال عبد الرحيم

«رَانِيَا» تَصْنَعُ رُوبُوتًا



اتِّبَاعُ التَّغْلِيمَاتِ

لي مكلور

ترجمة: جمال عبد الرحيم

يساهم اتباع الإرشادات في إنجاز المهمات.

عِلْمُ الحَاسُوبِ
لِأَجْلِ عَالَمٍ وَاقِعِي

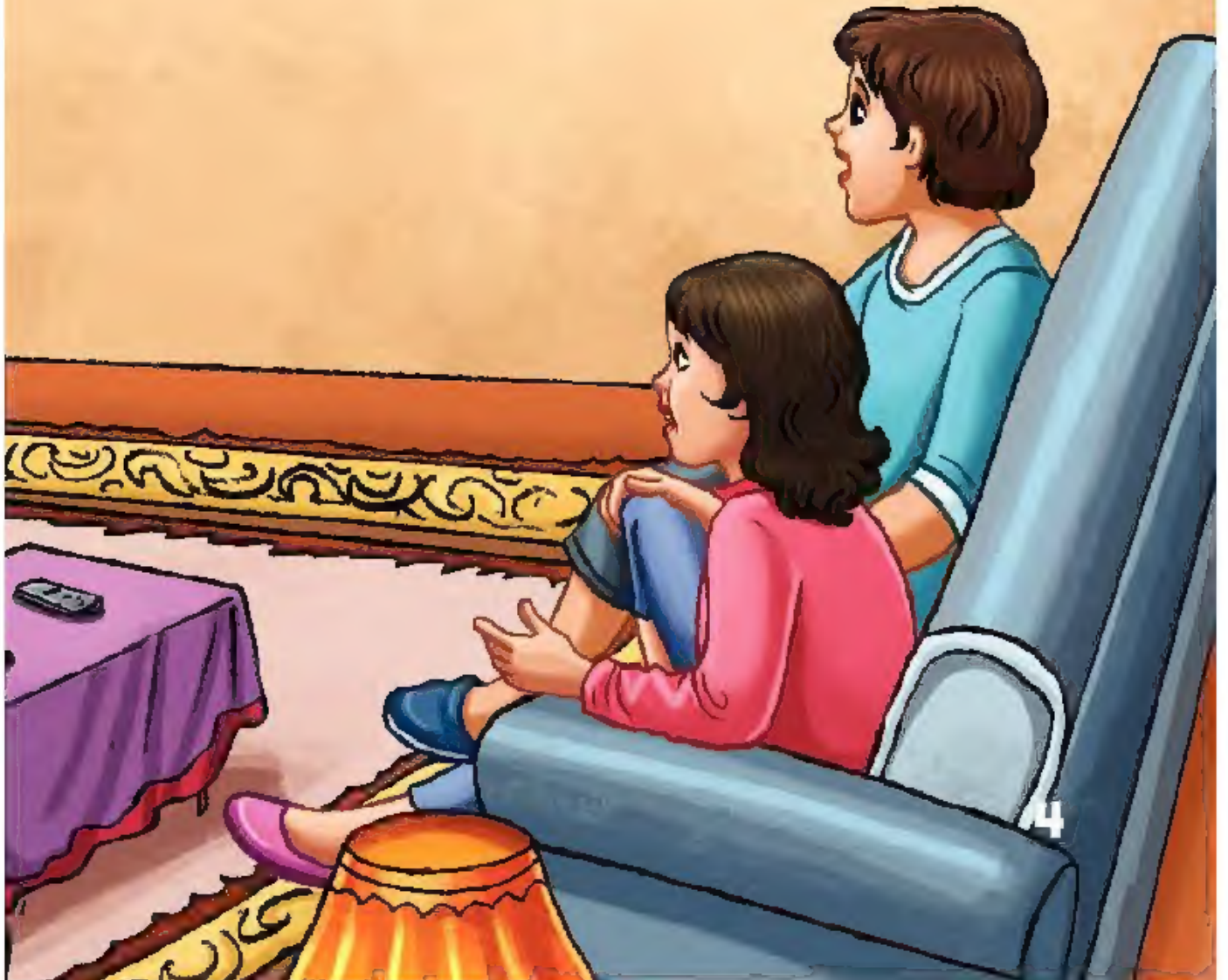


قائمة المحتويات

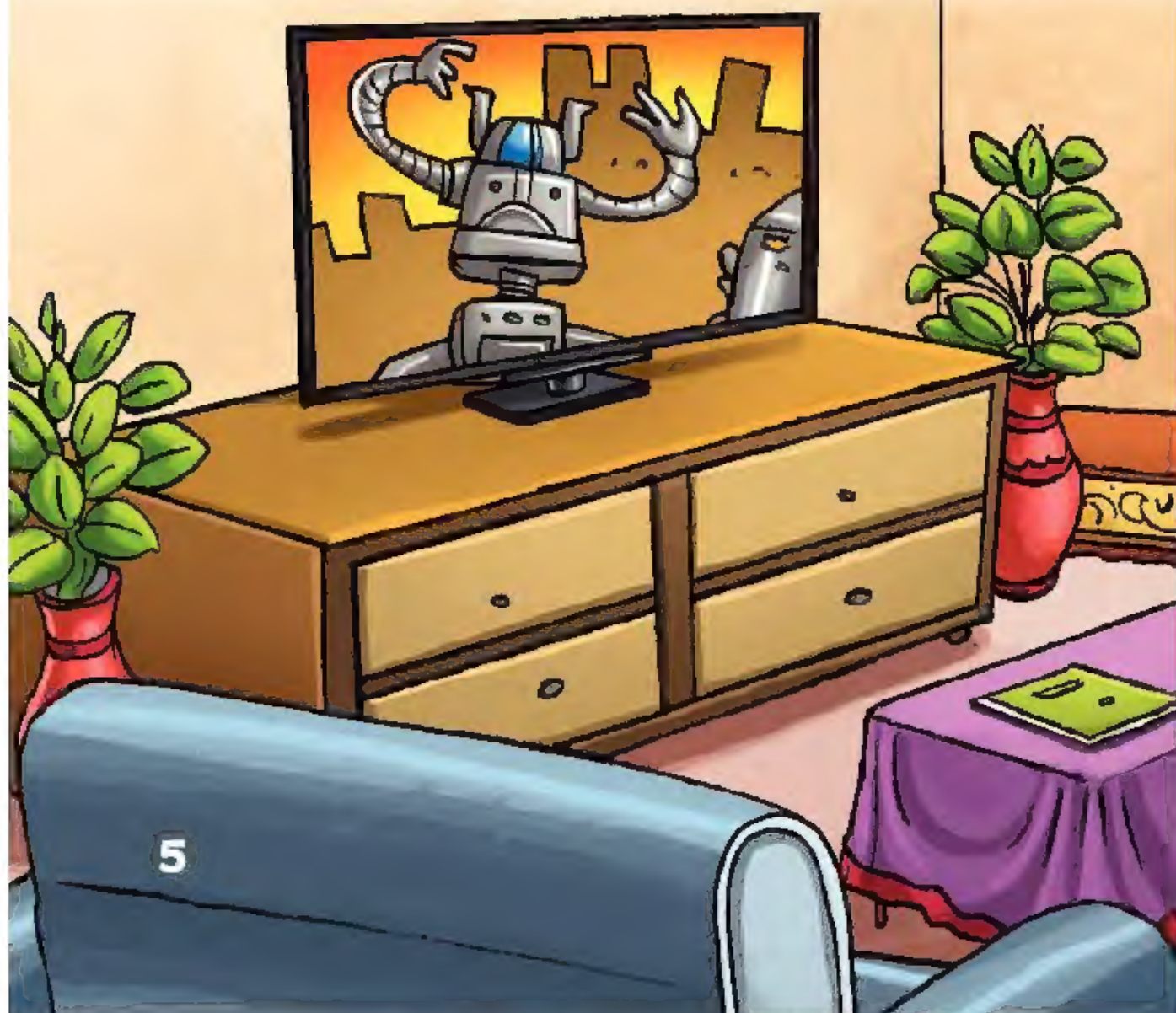
| | |
|----|----------------------------|
| 4 | غزو الروبوتات! |
| 7 | الروبوتات الحقيقية |
| 8 | الروبوتات المساعدة |
| 11 | أدوات روبوت للتركيب الذاتي |
| 12 | الخطوة الأولى |
| 14 | الخطوة الثانية |
| 17 | الخطوة الثالثة |
| 18 | هل يعمل؟ |
| 21 | التعليمات مهمة! |
| 22 | روبوت جديد |
| 23 | المصطلحات |
| 24 | الفهرس |

غزو الروبوتات!

في إحدى الليالي العاصفة، شاهدت «رانيا» وشقيقها فيلماً
مُخيفاً عن روبوتات شريرة تغزو المدينة! شاهدت «رانيا»
الروبوتات وهي تحطم السيارات وتضجر المباني وتطارد
الناس. سألت شقيقها «كريم» عما إذا كانت الروبوتات
ستهاجم مدينتهم يوماً ما.



أَجَابَهَا «كَرِيمٌ»: «الرُّبُوتَاتُ الْحَقِيقِيَّةُ لَا تَسْتَطِيعُ فِعْلَ
هَذِهِ الْأَشْيَاءِ! هَذَا مُجَرَّدُ فِيلْمٍ». كَانَ شَقِيقُ «رَانِيَا» عُضْوًا
فِي نَادِي الرُّبُوتَاتِ فِي مَدْرَسَتِهِ. إِنَّهُ يَعْرِفُ الْكَثِيرَ عَنِ
الرُّبُوتَاتِ وَالآلَاتِ الْآخَرَى. أَخْبَرَهَا «كَرِيمٌ» أَنَّ الرُّبُوتَاتِ
هِيَ مِثْلُ أَيِّ آلَةٍ مِنْ صُنْعِ الْإِنْسَانِ، يُمَكِّنُهَا الْقِيَامُ بِعَمَلٍ
يَقُومُ بِهِ النَّاسُ عَادَةً. وَعَلَى عَكْسِ الرُّبُوتَاتِ فِي الْفِيلْمِ،
يُمْكِنُ لِلرُّبُوتَاتِ الْحَقِيقِيَّةِ فَقَطُّ أَنْ تَفْعَلَ مَا صُمِّمَتْ مِنْ
أَجْلِهِ. فَلَا يُمَكِّنُهَا الِاسْتِيلَاءُ عَلَى مَدِينَةٍ مِنْ تِلْقَاءِ ذَاتِهَا!





الرُّبُوتَاتُ الْحَقِيقِيَّةُ

اهْتَمَّت «رانيا» بما تَفْعَلُهُ الرُّبُوتَاتُ فِي الْحَيَاةِ الْوَاقِعِيَّةِ. فَقَدْ كَانَتْ تَعْتَقِدُ أَنَّ الرُّبُوتَاتِ تُشَبِّهُ الْبَشَرَ، لَكِنَّهَا مَصْنُوعَةٌ مِنْ أَجْزَاءٍ مَعْدِنِيَّةٍ. وَمَعَ ذَلِكَ، فَقَدْ تَعَلَّمَتْ أَنَّ لِلرُّبُوتَاتِ أَشْكَالًا وَأَحْجَامًا وَمَوَادَّ مُخْتَلِفَةً وَمُتَنَوِّعَةً، تَمَّ تَصْمِيمُهَا لِلْقِيَامِ بِوُظَيْفَةٍ مُحَدَّدَةٍ.

تَتَكَوَّنُ الرُّبُوتَاتُ عَادَةً مِنْ ثَلَاثَةِ أَجْزَاءٍ رَئِيسِيَّةٍ: وَحْدَةُ التَّحْكُمِ، وَأَجْهَازَةُ الاسْتِشْعَارِ، وَالْأَجْزَاءُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ. تَشْمَلُ الْأَجْزَاءُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ الْمُحَرِّكَ الَّذِي يَجْعَلُ الرُّبُوتَ يَتَحَرَّكُ. تُسَاعِدُ الْعَجَلَاتُ بَعْضَ الرُّبُوتَاتِ عَلَى الْحَرَكَةِ، بَيْنَمَا تُسَاعِدُ الْأَذْرُعُ الْقَابِضَةُ بَعْضَ الرُّبُوتَاتِ عَلَى انْتِزَاعِ الْأَشْيَاءِ. أَخْبَرَهَا شَقِيقُهَا أَنَّ الرُّبُوتَاتِ يُمَكِّنُ أَنْ تَكُونَ بَسِيطَةً مِثْلُ الْعَرَبَةِ الْجَوَّالَةِ أَوْ الْآلَةِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ عَلَى الْأَسْطُحِ، أَوْ مُعَقَّدَةً مِثْلُ الرُّبُوتَاتِ الَّتِي تُجْرِي الْعَمَلِيَّاتِ الْجِرَاحِيَّةَ أَوْ تَقُومُ بِمُهْمَّاتٍ مُحَدَّدَةٍ فِي مَحَطَّةٍ فَضَائِيَّةٍ.

الرُّبُوتَاتُ الْمُسَاعِدَةُ

«لِمَاذَا يَصْنَعُ النَّاسُ الرُّبُوتَاتِ؟» سَأَلَتْ «رَانِيَا»، فَأَجَابَهَا «كَرِيمٌ»: «إِنَّ الرُّبُوتَاتِ تُسْتَخْدَمُ فِي كُلِّ صِنَاعَةٍ تَقْرِيبًا فِي الْعَالَمِ. إِنَّهَا مُضِيْدَةٌ بِشَكْلِ خَاصٍّ لِلْقِيَامِ بِمُهْمَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ، مِثْلُ الْأَعْمَالِ فِي الْمَصَانِعِ. وَيُمْكِنُ لِلرُّبُوتَاتِ الْقِيَامُ بِنَفْسِ الْعَمَلِ مَرَارًا وَتَكَرَّرًا. فَهِيَ لَا تَمَلُّ مِنَ الْقِيَامِ بِنَفْسِ الْمُهْمَةِ الْبَسِيطَةِ، وَلَا تَتْعَبُ أَبَدًا! وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الْمَصَانِعَ يُمَكِّنُهَا أَنْ تَصْنَعَ الْمَزِيدَ مِنَ الْمُنْتَجَاتِ بِشَكْلِ أَسْرَعٍ، مِنْ دُونِ حَاجَةٍ إِلَى دَفْعِ الْمَالِ إِلَى أَيِّ شَخْصٍ مُقَابِلَ صُنْعِهَا.

عَرَضَ «كَرِيمٌ» صُورًا لِأُخْتِهِ «رَانِيَا» لِمُسَاعِدِي الرُّبُوتِ الْآخَرِينَ. فَمَرْكَبَاتُ الْمَرِيخِ الْمُتَجَوِّلَةُ هِيَ رُوبُوتَاتٌ تَتَجَوَّلُ عَلَى سَطْحِ الْمَرِيخِ، وَتَجْمَعُ الْبَيَانَاتِ وَتُرْسِلُهَا إِلَى الْأَرْضِ. وَهَذَا أَمْرٌ لَا يَسْتَطِيعُ الْإِنْسَانُ فِعْلَهُ بَعْدُ. كَمَا يُمْكِنُ لِلرُّبُوتَاتِ الْغَوْصُ فِي قَاعِ الْمُحِيطِ لِحَمْعِ الْبَيَانَاتِ وَإِصْلَاحِ خُطُوطِ الْأَنْبِيْبِ تَحْتَ الْمَاءِ.





أَدَوَاتُ رُوبُوتٍ لِلتَّرْكِيْبِ الذَّاتِيِّ

اشْتَرَى لَهَا شَقِيْقُهَا مَجْمُوعَةً أَدَوَاتِ رُوبُوتٍ لِلتَّرْكِيْبِ
الذَّاتِيِّ فِي عِيْدِ مِيْلَادِهَا. سَيَكُونُ هَذَا أَوَّلَ رُوبُوتٍ لَهَا!
قَالَ لَهَا «كَرِيْمٌ»: «لَا يُوجَدُ سِوَى أَجْزَاءٍ قَلِيْلَةٍ لِبِنَاءِ هَذَا
الرُّوبُوتِ. الْأَمْرُ بَسِيْطٌ جَدًّا، لَكِنَّهُ سَيُسَاعِدُكَ عَلَى الْبَدْءِ
فِي اسْتِخْدَامِ الرُّوبُوتَاتِ».

نَظَرَتْ «رَانِيَا» إِلَى أَدَوَاتِ الرُّوبُوتِ. لَقَدْ كَانَتْ تَحْتَوِي
عَلَى جَمِيعِ الْأَجْزَاءِ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا لِبِنَاءِ رُوبُوتٍ يَعْمَلُ
بِالطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ. أَخْبَرَتْهَا التَّعْلِيْمَاتُ أَنَّ ضَوْءَ الشَّمْسِ
سَيُشْغَلُ مُحَرِّكًا يَجْعَلُ الْحَشْرَةَ تَبْدُو كَأَنَّهَا تَسِيرُ. وَضَعَتْ
«رَانِيَا» الْأَجْزَاءَ عَلَى طَاوِلَةِ الْمَطْبَخِ فِي مَنْزِلِهَا. كَانَ
«جِسْمُ» الْحَشْرَةِ عِبَارَةً عَنْ قُرْصٍ بِلَاسْتِيْكِيٍّ مُسَطَّحٍ بِهِ
ثُقُوبٌ صَغِيرَةٌ حَيْثُ سَيَتِمُّ تَثْبِيْتُ الْأَرْجُلِ، الَّتِي كَانَتْ عِبَارَةً
عَنْ أَتَابِيْبٍ. وَكَانَتِ الْأَدَوَاتُ تَحْتَوِي أَيْضًا عَلَى مُحَرِّكِ
وَخَلِيَّةٍ شَمْسِيَّةٍ صَغِيرَةٍ.

الخطوة الأولى

أخبرها شقيقها «كريم»: «من المهم جدًا قراءة التعليمات قبل أن تبدئي. عليك اتباع التعليمات خطوة بخطوة، وإلا فلن يعمل الروبوت». نظرت «رانيا» في دليل التعليمات. كانت هناك ثلاث خطوات رئيسية لبناء روبوتها.

الخطوة الأولى هي توصيل المحرك بالجسم. كان المحرك على شكل أسطوانة صغيرة يخرج منها سلكان، أحدهما أحمر والآخر أسود. يتم إدخال المحرك من خلال ثقب في وسط جسم الحشرة. ثبتته «رانيا» في مكانه بحلقة مطاطية. وعلمت «رانيا» أن المحرك سيجعل الحشرة تتحرك.



الخطوة الثانية

يَجِبُ أَنْ يَتِمَّ تَشْغِيلُ الْمُحَرِّكِ بِوَاسِطَةِ مَصْدَرٍ لِلطَّاقَةِ،
مِثْلُ الْبِطَّارِيَّةِ أَوْ الْخَلِيَّةِ الشَّمْسِيَّةِ. كَيْفَ يُمْكِنُ لـ «رَانِيَا» أَنْ
تُثَبَّتِ الْخَلِيَّةُ الشَّمْسِيَّةُ بِالْجِسْمِ؟ أَخْبَرَهَا «كَرِيمٌ»: «تَأْكُدي
مِنْ قِرَاءَةِ التَّعْلِيمَاتِ بِشَكْلِ شَامِلٍ». وَأَرَاهَا الْجُزْءَ الَّذِي
فَاتَهَا. يَجِبُ عَلَيْهَا اسْتِخْدَامُ شَرِيحٍ لَاصِقٍ ذِي وَجْهَيْنِ
لِتَوْصِيلِ الْخَلِيَّةِ الشَّمْسِيَّةِ الْمُسَطَّحَةِ بِالْجِسْمِ.



تَأَكَّدْتُ «رَانِيَا» مِنْ أَنَّ سِلْكِي الْمُحَرِّكَ مَوْصُولَانِ بِالْخَلِيَّةِ
الشَّمْسِيَّةِ. سَيُودِّي ذَلِكَ إِلَى تَشْغِيلِ الْمُحَرِّكِ. وَقَامَتْ
بِإِزَالَةِ دِعَامَةِ الْوَرَقِ مِنَ الشَّرِيْطِ اللَّاصِقِ ذِي الْوَجْهَيْنِ،
وَقَامَتْ بِتَوْصِيلِ الْخَلِيَّةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَتَأَكَّدْتُ مِنْ أَنَّهُمَا
مُلْتَصِقَانِ بَعْضُهُمَا بِبَعْضٍ جَيِّدًا. اعْتَقَدْتُ «رَانِيَا» أَنَّهَا قَدْ
انْتَهَتْ. لَكِنْ حِينَ نَظَرْتُ إِلَى التَّغْلِيْمَاتِ مُجَدِّدًا، أَذْرَكْتُ أَنَّهُ
مَا زَالَ عَلَيْهَا إِتْمَامُ خَطْوَةٍ وَاحِدَةٍ أَكْثَرَ أَهْمِيَّةً.





الخطوة الثالثة

كَانَ رُوبُوتُ «رَانِيَا» يَحْتَاجُ إِلَى أَرْجُلٍ هَذِهِ بَعْضُ الْأَجْزَاءِ
الْمِيكَانِيكِيَّةِ الْمُهَمَّةِ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا الرُّبُوتَاتُ، خَاصَّةً
تِلْكَ الَّتِي تَمْشِي أَوْ تَتَجَوَّلُ.

كَانَتْ أَدَوَاتُ التَّرْكِيْبِ الذَّاتِي لِلرُّبُوتِ تَحْتَوِي عَلَى ثَلَاثَةِ
أَنَابِيْبٍ صَغِيرَةٍ لِسِتْخْدَامِهَا كَأَرْجُلٍ. حَنْتُ «رَانِيَا» الْأَنَابِيْبَ
فِي مُنْتَصَفِهَا وَمَرَّرْتُهَا عَبْرَ الْفَتْحَاتِ الْمَوْجُودَةِ فِي جِسْمِ
الْحَشْرَةِ. كَانَتْ هُنَاكَ ثَلَاثَةُ أَنَابِيْبٍ لِكُلِّ جَانِبٍ، مَا جَعَلَهَا
سِتَّةَ أَرْجُلٍ فِي مَجْمُوعِهَا.

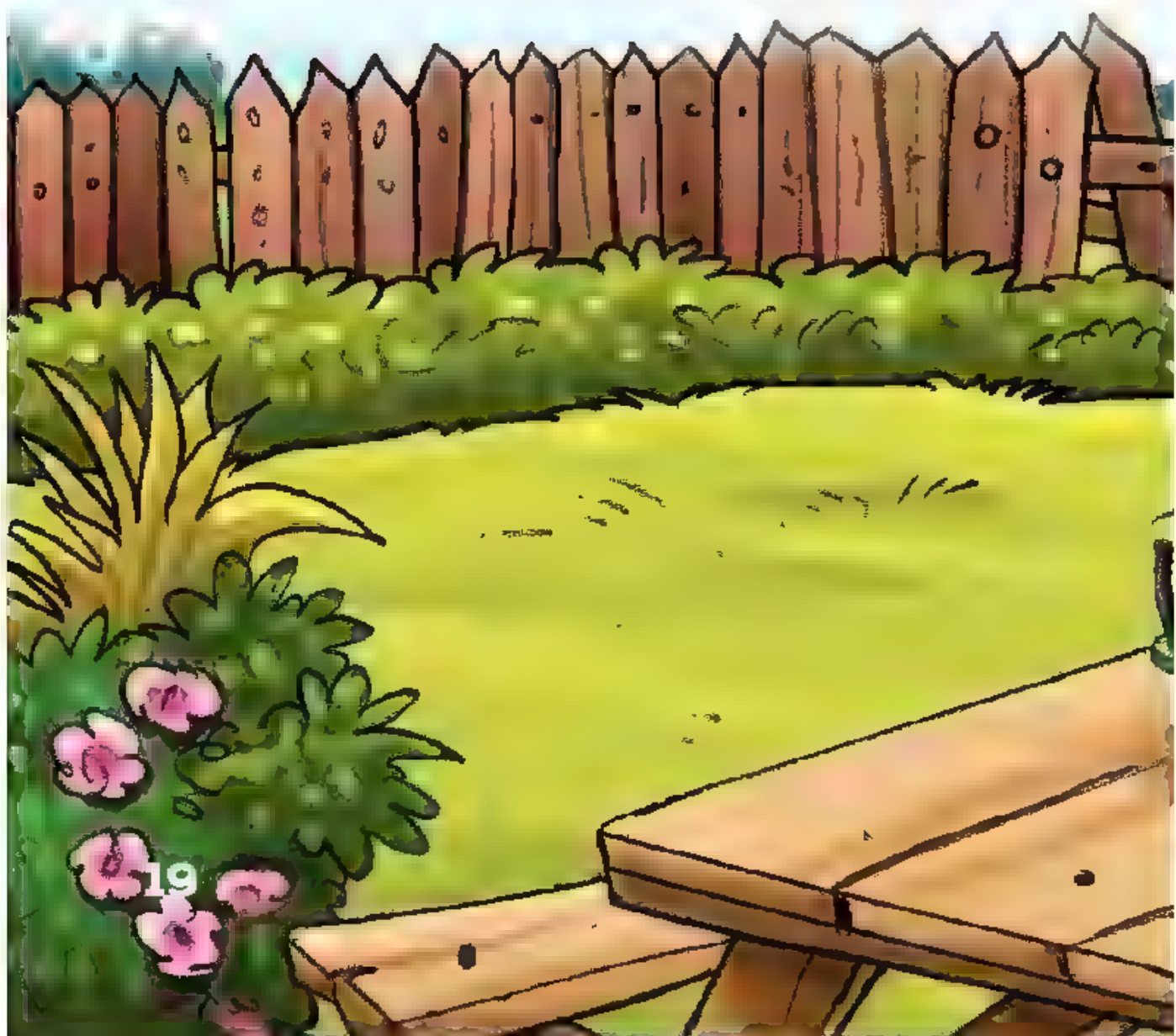
تَوَثَّرَتْ «رَانِيَا» لِأَنَّهَا فَاتَتْهَا خُطْوَةٌ. فَقَالَتْ لِشَقِيْقِهَا: «هَذَا
الرُّبُوتُ لَيْسَ لَدَيْهِ وَحْدَةً تَحْكُمُ أَوْ أَجْهَرَةً اسْتِشْعَارٍ».
فَشَرَحَ لَهَا شَقِيْقُهَا «كَرِيم» أَنَّ بَعْضَ الرُّبُوتَاتِ الْبَسِيْطَةِ
مِثْلُ هَذِهِ لَدَيْهَا مُحَرِّكٌ وَمَصْدَرٌ لِلطَّاقَةِ وَأَجْزَاءٌ مِيكَانِيكِيَّةٌ
فَقَطْ، وَلَكِنْ يُمْكِنُهَا تَعْلَمُ كَيْفِيَّةَ صُنْعِ رُبُوتَاتٍ مُعَقَّدَةٍ بَعْدَ
أَنْ تُتَقَنَّ الْخُطُواتِ الْأَسَاسِيَّةَ.

هَلْ يَعْمَلُ؟

فِي الْخُطْوَةِ الْأَخِيرَةِ كَانَ عَلَى «رَانْيَا» اخْتِبَارُ رُوبُوتِهَا.
وَلِأَنَّهُ رُوبُوتٌ يَعْمَلُ بِالطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ، فَسَيَتَعَيَّنُ عَلَيْهَا
اخْتِبَارُهُ فِي ضَوْءِ الشَّمْسِ. خَرَجَتْ هِيَ وَشَقِيقَتُهَا «كَرِيم»
إِلَى الْفِنَاءِ الْخَلْفِيِّ لِمَنْزِلِهِمَا. وَضَعَتْ «رَانْيَا» الرُّوبُوتَ عَلَى
طَاوِلَةٍ لِأَنَّ لَهَا سَطْحًا مُسْتَوِيًا.



بَدَأَتِ الْحَشْرَةُ الرُّبُوتُ فِي التَّحَرُّكِ! رَاقَبَتْ «رَانِيَا» الْحَشْرَةَ
وَهِيَ تَهْتَزُّ حَوْلَ الطَّاوِلَةِ كَمَا لَوْ كَانَتْ تَمْشِي. لَاحَظَتْ أَنَّ
الْخَلِيَّةَ الشَّمْسِيَّةَ تُشْغَلُ الْمُحَرِّكُ، الَّذِي يَبْدَأُ بِدَوْرِهِ فِي
الْإِهْتِزَازِ، مَا تَسَبَّبَ فِي حُدُوثِ حَرَكَةِ جِسْمِ الْحَشْرَةِ.
كَانَتْ كُلُّ الْأَجْزَاءِ تَعْمَلُ مَعًا عِنْدَمَا أَعَادَتْ «رَانِيَا» الْحَشْرَةَ
الرُّبُوتَ إِلَى الْمَنْزِلِ، تَوَقَّضَتْ عَنِ الْحَرَكَةِ. هَذَا بِسَبَبِ عَدَمِ
وُجُودِ ضَوْءِ الشَّمْسِ فِي الْمَنْزِلِ!





التَّعْلِيمَاتُ مُهِمَّةٌ!

قَالَتْ «رَانِيَا» لِشَقِيقِهَا «كَرِيمٌ»: «لَمْ يَكُنْ بِإِمْكَانِي بِنَاءُ هَذَا
الرُّبُوتِ لَوْ لَمْ أَتَّبِعِ التَّعْلِيمَاتِ. لَقَدْ كَانَتْ مُفْصَلَةٌ تَمَامًا،
وَكَانَ ذَلِكَ مُسَاعِدًا جَدًّا».

أَجَابَهَا «كَرِيمٌ»: إِنَّ التَّعْلِيمَاتِ الدَّقِيقَةَ وَالْمُفْصَلَةَ لَيْسَتْ
مُهِمَّةً فَقَطْ لِلْأَشْخَاصِ لِتَعْلُمِ الْأَشْيَاءِ. إِنَّهَا مُهِمَّةٌ أَيْضًا
إِذَا كُنْتَ تُرِيدُ أَنْ تُوَجِّهَ الرُّبُوتَ لِفِعْلِ شَيْءٍ مَا، لِصُنْعِ
رُبُوتَاتٍ مُتَقَدِّمَةٍ، عَلَيْكَ بِرَمَجَّتْهَا لِلْقِيَامِ بِالْمُهِمَّةِ الَّتِي
تُرِيدُهَا بِالضَّبْطِ. فَإِذَا كُنْتَ تُرِيدُ أَنْ يَتَقَدَّمَ الرُّبُوتُ
ثَلَاثَ خُطُواتٍ، فَعَلَيْكَ أَنْ تَقُولِي ذَلِكَ. فَلَا يُمَكِّنُكَ أَنْ
تَقُولِي فَقَطْ «امْشِ». أَرَادَتْ «رَانِيَا» أَنْ تَتَعْلَّمْ كَيْفَ تَصْنَعُ
رُبُوتًا مُتَطَوِّرًا يَوْمًا مَا. رُبَّمَا يُمْكِنُهُ أَنْ يُرْتَّبَ لَهَا سَرِيرُهَا
فِي الصَّبَاحِ!

رُوبُوتٌ جَدِيدٌ

شَعَرْتُ «رَانِيَا» بِالْفَخْرِ لِأَنَّهَا صَنَعَتْ رُوبُوتًا بَسِيطًا بِمُفْرَدِهَا. وَقَدْ تَعَلَّمْتُ كَيْفَ يُمَكِّنُ لِلْخَلَايَا الشَّمْسِيَّةِ تَحْوِيلُ ضَوْءِ الشَّمْسِ إِلَى طَاقَةٍ يُمَكِّنُهَا تَشْغِيلُ الْأَجْهَازَةِ. كَمَا تَعَلَّمْتُ كَيْفَ يَعْمَلُ جِسْمُ الرُّوبُوتِ وَمُصَدِّرُ الطَّاقَةِ وَالْمُحَرِّكُ مَعًا لِتَحْرِيكِهِ.

اشْتَرْتُ «رَانِيَا» مَجْمُوعَةً جَدِيدَةً مِنْ أَدَوَاتِ رُوبُوتٍ لِلتَّرْكِيبِ الذَّاتِيِّ مِنَ الْمَتَجَرِّ. سَيَكُونُ هَذَا الرُّوبُوتُ قَادِرًا عَلَى تَحْرِيكِ ذِرَاعِيهِ وَسَاقِيهِ. كَانَتْ مَجْمُوعَةُ الْأَدَوَاتِ هَذِهِ تَحْتَوِي عَلَى قِطْعٍ أَكْثَرَ بِكَثِيرٍ مِنَ الْمَجْمُوعَةِ الْأُولَى الَّتِي اسْتَخْدَمْتُهَا مِنْ قَبْلُ. وَهُنَاكَ الْعَدِيدُ مِنَ الْخُطُواتِ لِإِكْمَالِهَا أَيْضًا. كَانَتْ «رَانِيَا» تُدْرِكُ أَنَّهُ سَيَتَعَيَّنُ عَلَيْهَا اتِّبَاعُ التَّعْلِيمَاتِ خُطْوَةً بِخُطْوَةٍ لِبِنَاءِ رُوبُوتِهَا الْجَدِيدِ بِشَكْلِ صَحِيحٍ. فَتَحَتِ «رَانِيَا» دَلِيلَ التَّعْلِيمَاتِ وَبَدَأَتِ الْعَمَلَ!

المُصْطَلَحَاتُ

دَقِيقٌ: خَالٍ مِنَ الْأَخْطَاءِ.
مُعَقَّدَةٌ: تَتَعَلَّقُ بِالْعَدِيدِ مِنَ الْأَجْزَاءِ الَّتِي تَعْمَلُ مَعًا.
أُسْطُوَانَةٌ: جِسْمٌ مَصْنُوعٌ مِنْ دَائِرَتَيْنِ مُتَوَازِيَتَيْنِ وَسَطْحٍ مُنْحَنِ يَرْتَبِطُ حَدُودُهُمَا.
التَّصْمِيمُ: وَضْعُ خُطَّةٍ لِكَيْفِيَّةِ ظُهُورِ شَيْءٍ مَا.
الْقُرْصُ: جِسْمٌ رَفِيعٌ عَلَى شَكْلِ دَائِرَةٍ.
الصَّنَاعَةُ: الشَّرِكَاتُ الَّتِي تُقَدِّمُ مُنْتَجًا أَوْ خِدْمَةً مُعَيَّنَةً.
الغَزْوُ: دُخُولُ مَكَانٍ وَالِاسْتِيلَاءُ عَلَيْهِ.
دَلِيلُ إِرْشَادَاتٍ: كِتَابٌ يُعْطِي تَعْلِيمَاتٍ لِشَيْءٍ مَا.
مَادَّةٌ: شَيْءٌ يُمْكِنُ مِنْ خِلَالِهِ صُنْعُ شَيْءٍ آخَرَ.
الجِرَاحَةُ: عِلَاجٌ طِبِّيٌّ يُسْتَخْدَمُ لِلْإِصَابَاتِ وَالْأَمْرَاضِ الَّتِي تَنْطَوِي عَلَى عَمَلِيَّةٍ جِرَاحِيَّةٍ.
شَامِلٌ: يَعْتَنِي بِالتَّفَاصِيلِ.
الاهْتِرَازُ: التَّحَرُّكُ بِسُرْعَةٍ ذَهَابًا وَإِيَابًا.

الفهرس

ص

الصناعة: 8

ط

الطاقة الشمسية: 11،

22، 19، 18، 15، 14

غ

غزو: 4

ق

قرص: 11

م

محرك: 7، 11، 12، 14،

22، 19، 17، 15

مصدر الطاقة: 17، 22

معقد: 7، 17

المواد: 7

ميكانيكي: 7، 17

ي

يهتز: 19

أ

أسطوانة: 12

ت

تحكم: 7، 17

تصميم: 7

تعليمات: 11، 12، 14،

22، 21

ج

جراحة: 7

جهاز استشعار: 7، 17

د

دقيق: 21

دليل: 12، 22

ر

روبوتات: 5، 11

ش

شامل: 14